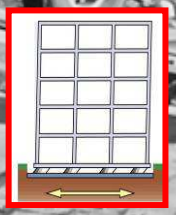
Base Isolation: de los orígines a nuestros días

Fausto Giovannardi

Adriana Guisasola



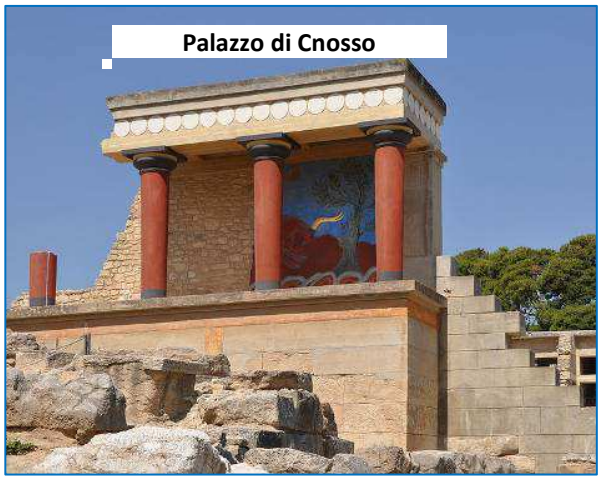
Premisa

El aislamiento sísmico es una técnica de protección que reduce las fuerzas sísmicas en edificios durante los terremotos y ahora se ha demostrado su eficiencia y competitividad de la economía, en comparación con el modo habitual de edificios resistentes a terremotos, puentes y edificios, así como en la protección del patrimonio cultural .Cuando la acción sísmica trata de la estructura, esta, de un modo u otro, trata de hacer frente a ella. La solución parece simple: no reciben el terremoto a la estructura o al menos hacerla llegar sólo una parte. Es sólo que el principio en que se basa el aislamiento sísmico: aislar la estructura del suelo, disaccoppiandone / separación de los movimientos.
Esta forma de pensar diferente y de diseño, recientemente apareció en el escenario de la ingeniería sísmica moderna, tiene orígenes muy antiguos.

Una historia que tiene sus orígenes en la antigua

La investigación histórica y las excavaciones arqueológicas han demostrado que las civilizaciones antiguas eran muy conscientes de la necesidad de construir edificios que puedan resistir terremotos. Miles de años de tragedias tenía escuela y los constructores antiguos conocían los conceptos de aislamiento y ductilidad.

Los edificios de muchas civilizaciones antiguas, especialmente los más importantes desde el punto de vista social, han sobrevivido varios terremotos también no menor debido a que sus fabricantes se han dado cuenta de la importancia de la incorporación de "elementos" que tenía la función de amortiguar el efecto producidos por los terremotos.
En la antigua Creta (2000 a 1200 aC) son edificios simétricos constan de una sola célula núcleos. Las paredes son bloques de piedra conectados por los elementos de madera, así como de asegurar que la conexión entre los bloques de proporcionar "plasticidad" a todos estructural y compensa la "fragilidad" de la piedra. Los edificios están soportados sobre una capa de arena y grava suelta, que además de servir para la nivelación de irregularidades del suelo, tienen un efecto de amortiguación de las vibraciones del suelo durante el terremoto.
Conexiones similares entre la madera y los cimientos de mampostería se encuentran también a Panticapaeum en edificios antiguos (400 aC).



Según el gran arqueólogo estadounidense Carl Blegen, en la construcción de las murallas de Troya (1500 aC), bajo los cimientos de la gran muralla fue dejado deliberadamente una capa de tierra compactada (compactada) entre la parte superior del fundamento y la base.
Hizo notar la similitud con la técnica utilizada, más de un millar de años más tarde (siglo III aC.), En el templo de Atenea en Ilion, cuyos fundamentos

descansan sobre una capa gruesa de arena, así como los templos dóricos de Paestum (273 aC).

En la antigua Grecia y Persia era una técnica generalizada para interponerse entre el suelo y los cimientos de los templos, algunas capas de material que va a "traducir" el edificio al suelo durante un terremoto. En algunos casos por debajo de las columnas, había una capa de plomo. Incluso la misma base de paredes de piedra labrada y contribuye al aislamiento por el terremoto.
En algunos casos las paredes construidas en base sólida en la base del cual poner capas de cerámica y arcilla. La capa de cerámica de arcilla protegido de la humedad y la deshidratación, manteniendo en el tiempo las propiedades plásticas. La arcilla de alta plasticidad mitigado la vibración del suelo durante un terremoto.

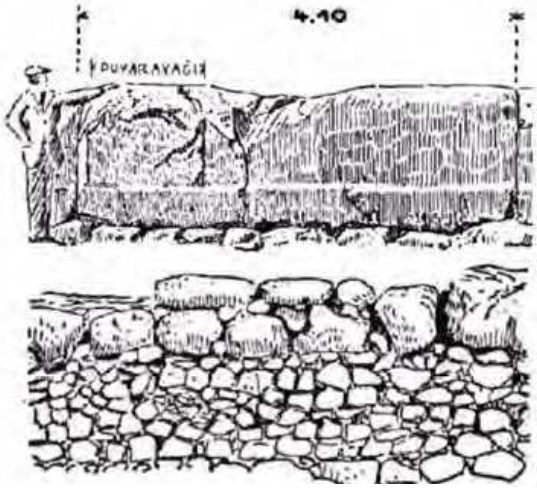
Otro ejemplo de aislamiento sísmico es la técnica de construcción que tenía previsto hacer entre la fundación y la mampostería una articulación horizontal mortero a base de magro limo, arena. Cuando la acción sísmica excede ciertos valores, el mortero fino se destruye y las gradas de construcción.
Los buenos resultados también se encuentran cuando la fundación se compone de varias capas de piedra pulida sin ningún material de mortero o de unión, como en la tumba de Ciro el Grande en Pasargada, en el sureste de Irán, construido en el año 550 aC.
Consideraciones similares pueden hacerse para el Parthenon, a la que se añaden observaciones sobre las conexiones de metal entre los elementos de las columnas altas.

El templo de Artemisa en Éfeso (siglo VI aC.)
Una de las siete maravillas del mundo.

"Graecae magnificentiae vera admiratio exstat templum Ephesiae Dianae CXX annis factum a tota Asia. In solo id palustri fecere, ne terrae motus sentiret aut hiatus timeret, rursus ne in lubrico atque instabili fundamenta tantae molis locarentur, calcatis ea substravere carbonicus, dein velleribus lanae." (n.h., 36,95)

"Una realización de la grandeza griega digno de una verdadera maravilla es el templo de Diana en Éfeso, que todavía existe, la construcción de los cuales participan en toda Asia durante 120 años. Construido en un área pantanosa, debido a que es sometida a terremotos o grietas miedo en el suelo, por otro lado, porque no quería que la fundación de un edificio tan impresionante poggiassero en un terreno tan resbaladizo e inestable, se someta a uno de ellos capa de fragmentos de carbón y otro de vellones de lana."
Plinio el Viejo, ***Naturalis Historia, Libro XXXVI***

Recientes estudios arqueológicos han demostrado una técnica común en zonas sísmicas de la antigua Persia y la llamada capa ortostato piedra **(Orthostat stone layer)** . La capa de suelo debajo de los edificios se preparó de esta manera: una primera capa de piedras planas de tamaño más pequeño, entonces algunas capas con piedras de grandes dimensiones que se convierten en la base.
Las piedras se yuxtaponen seco, sin ningún material de mortero o aglutinante, el mecanismo es tal que en realidad no se produce desplazamiento, o más precisamente, hay un pequeño flujo y el retorno a su posición original, después del terremoto.



Orthostat stone layer [4]

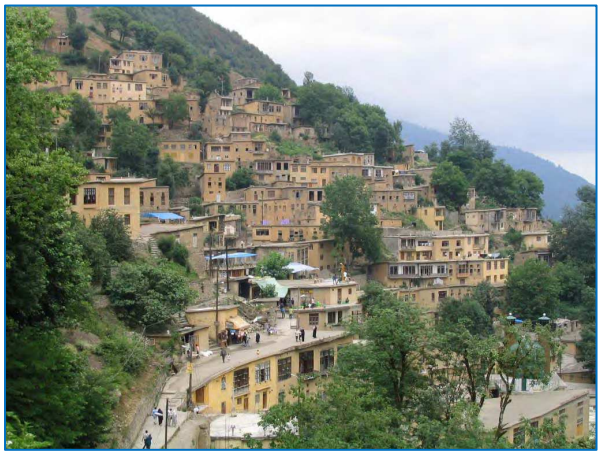
De hecho, los estudios han demostrado que las estructuras siguen en pie después de tantos siglos, están en la misma posición inicial, y esto no sería posible si no se deslizaba, porque incluso si usted se mueve por 1 cm de cada terremoto ahora debe traducirse unas pocas docenas centímetros.
Una razón de este buen comportamiento puede estar relacionado con la componente vertical del terremoto que nunca es tomado en serio.

En el palacio de Toprak Kala-en Uzbekistán (300 aC) es toda la parte inferior de las paredes para ser más flexible, debido a la presencia de mortero de arcilla mezclada con el cemento. Incluso para Coloso de Rodas contemporánea, la leyenda dice que descansó sobre capa de pieles de cabra, evidentemente insuficiente para protegerlo de colapso en un terremoto. El Coliseo de Roma (70 dC), la capa del fondo se basa en un nivel de pequeñas piedras apiladas en una de las piedras de tamaño medio y luego la capa de arcilla.

Más recientemente, esta técnica se ha seguido, tiene algunas referencias de una aplicación en Kyoto, para Sanjusangendo (1160 dC), un famoso templo budista que contiene un edificio construido para albergar a un mil estatuas.

Civilización INCAS se conocía la importancia de la regularidad geométrica y algunos eruditos sostuvieron que las paredes de enormes bloques de piedra articulaciones son muy precisos, descansaba sobre una capa aislante de arena y piedras, lo que permitió resolver la estructura sin daño..

En la parte norte del Irán ha desarrollado una buena práctica de edificios resistentes a los terremotos de 4000 aC La antigua ciudad de **Masoleeh** compuesto de dos o tres pisos, edificios de ladrillo de adobe y barro, donde la elevada pendiente del terreno, la cobertura de los edificios es la manera de los de arriba, las estructuras están enmarcadas en madera reforzado en las esquinas y tamponado con la luz de adobe.
A fundaciones **Lahijan** se componen de una capa doble de cruzados troncos de madera que ruedan unos sobre otros.



Ejemplos importantes de aislamiento se encuentran en el sótano de la Kaaba en el centro de La Meca, en las columnas de casbha en Argel y en la gran Kamadura Buddha (Japón).

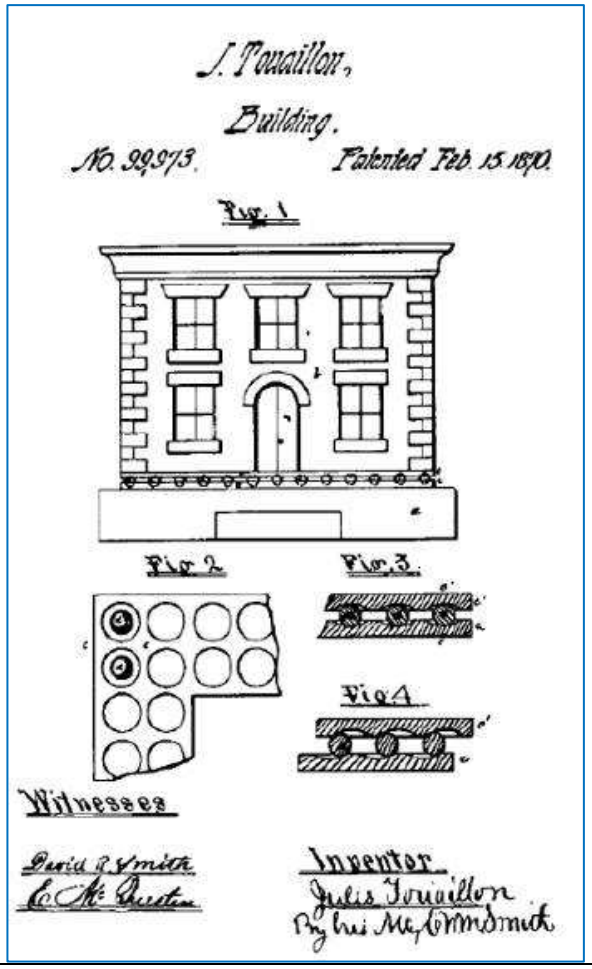
Un obelisco especial

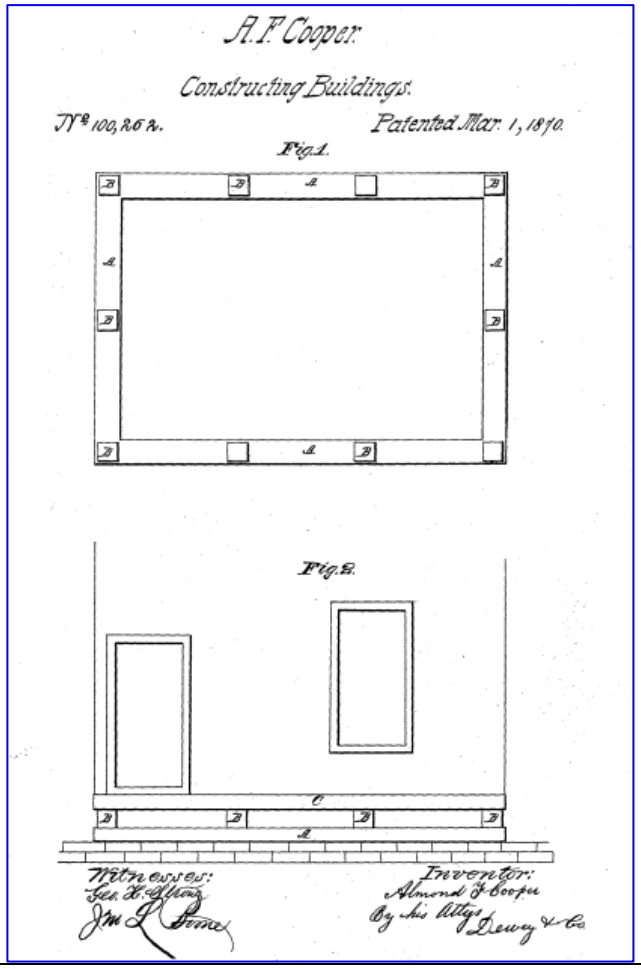
El obelisco es por lo general una columna aislada, piedra alto y delgado con una pirámide en la parte superior.
Hipódromo de Estambul, Turquía, el **Dikilitash** obelisco tiene características especiales:
Un bloque de 18,69 metros de altura de piedra, tallado en Egipto en 1450 aC
Traído a Estambul y construido en 379-395 dC
Fabricado en un mármol Tostados, se asienta sobre una base de mármol con 4 cubos de 3x3x3 metros (50x50cm) asientos de bronce en las esquinas.
E 'se calculó que podría colapsar en un terremoto de M> 7,6 y 5 km distancia epicentral.

Desde el siglo pasado hasta la actualidad

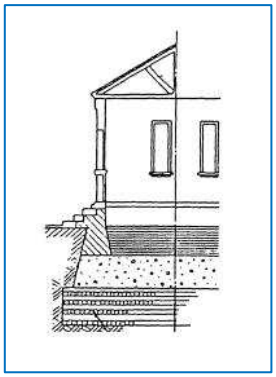
El primer documento que certifica la idea de diseñar un edificio con un sistema que desacopla el movimiento de la estructura del suelo se remonta al 15 de febrero de 1**870**, por el francés **Jules Touaillon**. Su sistema implicaba el uso de cojinete de bolas colocados entre la base de la superestructura y los cimientos. La patente de EE.UU. en San Francisco nr. 338240 de 1870.

En Estados Unidos, unos días más tarde, 1 de marzo de 1870, **Almond F. Cooper** patente no. 100.262 para "*Improved foundation for Buildings*", que proporciona, en las paredes del edificio y por encima de la acera fundación, los aisladores de goma (India-caucho buffers).





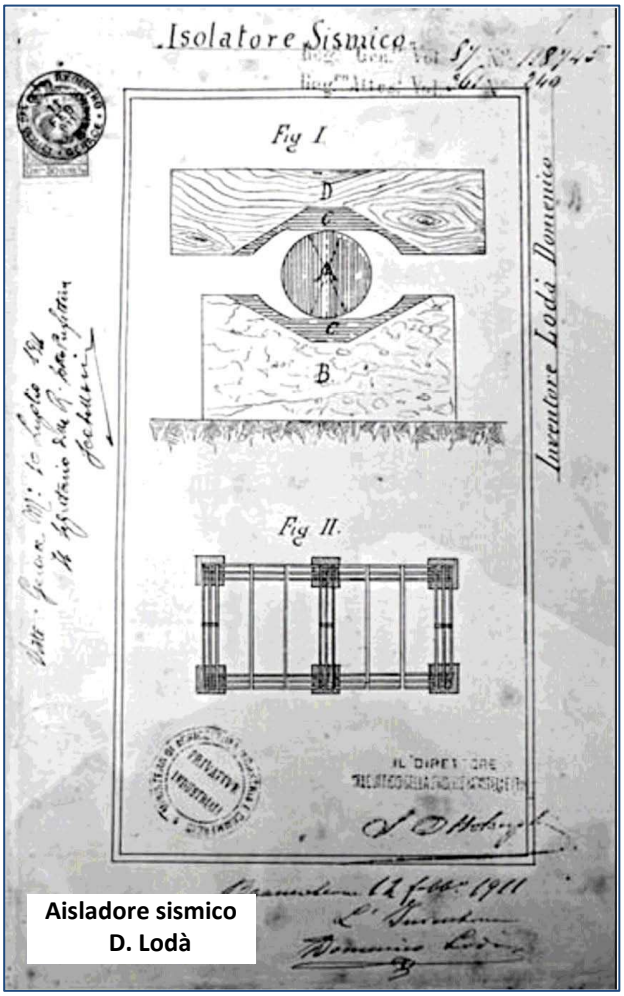
Unos años más tarde **John Milne**, un científico británico, que era profesor de ingeniería de minas en el Colegio Imperial de Ingeniería de Tokio 1875 a 1895. En 1885, construyó una casa de madera aislado en la base, fundada en los postes en la cabeza poner placas de hierro fundido con como bordes, lleno de bolas de metal. Estructura ha cambiado muchas veces, finalmente se ejecute correctamente bajo terremotos reales. (Naeim y Kelly, 1999).



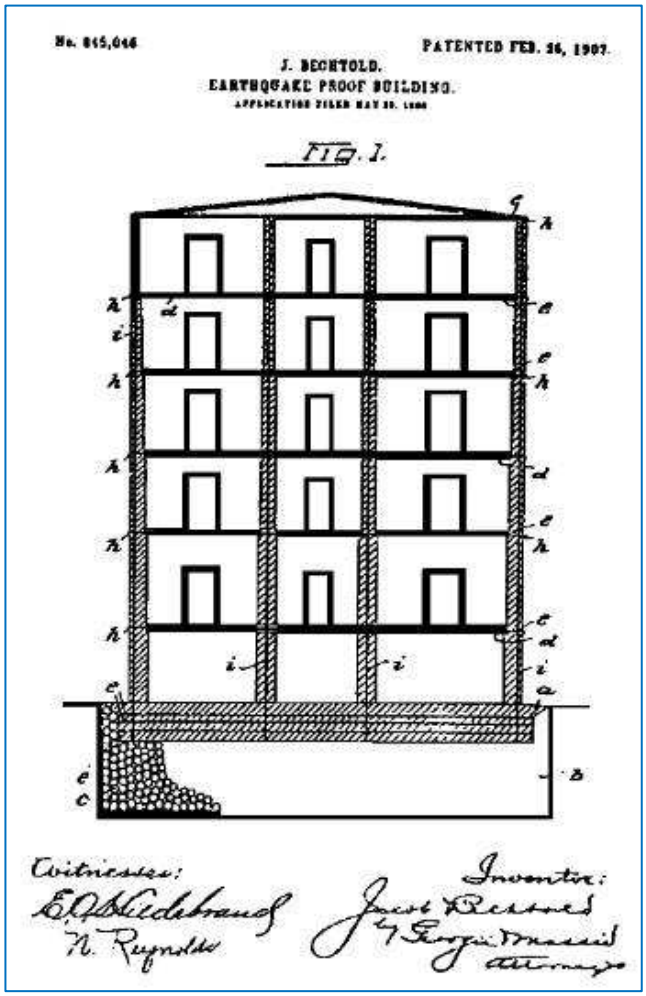
Unos años más tarde Jules Touaillon, concretamente en el 12/ 1891 cuestión no. 60 de la Revista de Arquitectura y Ciencias de la Construcción, dejando un aporte de **Kouzou Kawai** que ilustra el principio de aislamiento sísmico. La idea es similar a las llevadas a cabo en la antigüedad y la inclusión de capas alternas de registros de concreto y madera debajo de la estructura.

16 de febrero **1906**, la patente **Jakob Bechtold**, cuyo objetivo es crear una caja llena de bolas de metal que sería un "aislamiento colchón" para la estructura.

10 de enero 1909, **ninguna patente. 100.443 para un sistema de asismiche Fundaciones, eng. Mario Viscardini de Ferrobeton de Génova para el concurso de Messina, muy similar a la de 1911, el erudito Domenico Lodà alaba** patentes. Ambos proporcionan un sistema de apoyo para los edificios que impedían la transmisión de movimientos sísmicos y anticipa las soluciones modernas de péndulo invertido aisladores[1].



Aisladore sismico
D. Lodà



Algo más detallada, con gran parte de los detalles de la construcción y en el que se describen también sistemas de conexión entre la estructura y las redes, conexiones ingeniosas para redes de

[1] es sólo en 2001, de hecho, que Hyakuda et Alii experimentó el sistema, conocido como Fricción Cóncavo doble péndulo (Double Concave Friction Pendulum – DCFP).

gas y alcantarillado, así como para evitar daños debido a los grandes desplazamientos, se encuentra en un dispositivo aislamiento sísmico, que fue presentada en 1909 por **J.A. Calantarients**, un médico de Scarborough, en el norte de Inglaterra. Su propuesta implica una disociación entre el suelo y la construcción, a través del uso de una capa de arena fina, mica o talco, que permite que el edificio se deslice durante terremotos transmisión de las fuerzas de construcción reducidos.

Sistema para edificios y aparatos para resistir terremotos

Así Johannes Calantarients Avetician explica el funcionamiento de su invento:

Dado que el sistema que propongo puede parecer una novedad bastante sorprendente, en ausencia de un experimento en true en un edificio equipado con este sistema y luego ser capaz de demostrar su eficiencia, le sugiero un pequeño experimento que ilustra el modus operandos, y que se puede realizar fácilmente sin salir de la mesa del desayuno.
Toma dos platos y dos tazas de huevo. Esparza un poco de una sustancia pegajosa como la miel o mermelada, en la parte inferior de uno de su taza y luego se coloca firmemente en el medio de una de las dos placas. La mermelada es la argamasa que une la copa - la superestructura - el pozo - la base del edificio, típico de la manera de construir hoy. Ahora toma los platos con las dos manos y scossatelo lo más rápidamente posible, de lado a lado, a unos cuantos centímetros, tales como bajo la acción de un terremoto. Verá la taza - el edificio - derrame inmediatamente. Ahora pon la otra copa en el medio de la otra placa, donde se pone un poco de sal espolvoreado por encima, para representar a mi sistema de construcción con una junta libre, sin ninguna conexión material. Scassatelo como en el caso anterior, y verá la taza - el primer edificio que se derrumbó, ahora simplemente se desliza de lado a lado, o al menos eso parece, porque realmente es el bote - la fundación que va de un lado a otro, mientras que la taza - el edificio se mantiene más o menos donde estaba.El acoplamiento de rueda libre significa que la tierra no está en contacto con el edificio, que para resistir el choque por lo tanto no necesita ser reforzada, lo que significa más caro, más de lo necesario para tener su propia inercia.El grado de severidad de un terremoto pierde su significado en un contexto de este tipo, porque las vibraciones son más rápidos y menos probable que se transmite a la superestructura. Esto se puede explicar bien con un experimento con un vaso de vino colocado sobre una hoja colocada en el suelo, hizo resbaladiza, de una tabla. Cuanto más rápido tirar de la sábana y menos vino en los movimientos de vidrio. Relativamente al coste del material para la zona de deslizamiento, que han sido capaces de calcular por la fijación de precios de la tienda cerca, y es muy poco, más aún si se compara con el costo de la construcción.Si el plan se obtiene con una cuerda hecha de amianto (como sección redonda o cuadrada de una pulgada) a lo largo de cada lado de la pared y el espacio interior lleno de yeso de Francia o polvo de caolín, para un edificio de 50 pies a 50 pies (232 metros cuadrados), con 300 pies de la superficie de la pared, un pie de ancho (30,48 cm), el costo es de alrededor de £ 16 y £ 20 si el espesor es de dos pies.O si la superficie de deslizamiento está formado a partir de una hoja de amianto, del espesor de ¼ ", colocada bajo toda la anchura de la pared, espolvoreado con el polvo en sus dos lados, el costo de la misma es fabricado de alrededor de 12 libras. O si desea tener un acoplamiento libre sin capa lubricante, se puede esperar para hacer la base de la superestructura de un tipo de piedra capaz de ser pulverizado por fricción, de modo que con el tiempo puede proporcionar el polvo como lubricante, cuando el polvo colocado allí durante la construcción se terminará con el movimiento.

Y así describe las ventajas de los edificios hechos de, o protegidos por el sistema:

Entre las muchas ventajas reclamada por este sistema, si indican lo siguiente:

1) El costo de la estructura diseñada y construida de acuerdo con este sistema es significativamente menor que la de un edificio construido para resistir los terremotos.
2) Después de un terremoto habrá menos solicitudes de reparación o mantenimiento de estructuras construidas en este sistema.
3) El sistema tiene una durabilidad equivalente a la de la construcción, que se acorta por un terremoto, debido a que el sistema ofrece la protección necesaria.
4) Además de la construcción también están protegidos de vidrio, cerámica, estatuas y otros bienes muebles, o de obras de arte en el interior.

5) Habrá un ahorro significativo en los pagos anuales de seguros, ya que es menos riesgo, las empresas deberán garantizar un menor costo. estructuras diseñadas y construidas con este sistema.
6) Habrá un mayor sentimiento de personal de seguridad por los ocupantes de los edificios construidos o que se instalará en el sistema, en comparación con lo que sucede no para los edificios existentes capaces de resistir el terremoto.
7) En caso de un terremoto, habrá una seguridad contra el riesgo de ser enterrado en las ruinas por el repentino colapso del edificio o ser quemado hasta la muerte por el fuego posterior.
8) No existe riesgo de incendio o interrupción en el suministro de gas o de agua como consecuencia de los terremotos, y en general una mayor sensación de seguridad en relación a cuando todo sucede en los edificios, como consecuencia de los terremotos.

Calantarients Johannes Avetician

Calantarients Johannes Avetician nació en 1838 en Armenia. Después de sus estudios primarios en Estambul, se trasladó a Inglaterra, donde estudió en el Colegio Teológico de San Aidan en Birkenhead y más tarde en el University College de Londres y de Edimburgo, donde se graduó en medicina.

Carácter ecléctico, interpretado como médico en el Hospital y Dispensario de Scarborough (el mismo lugar de la Feria de Scarborough canción, popularizada por Simon & Garfunkel) y un inventor.

De 1869 la invención de un barómetro portátil, certificada por las pruebas en el Observatorio Astronómico de Kew.
Miércoles, 29 de julio 1880, The Argus, el periódico de Melbourne, informó la siguiente noticia: Una nueva superficie para patinar llamado "crystall de hielo" fue inventado por el dr. Calantarients, de Scarborough. Considerando que después de que todo el hielo es simplemente una sustancia cristalina, y de que hay una falta de sustancia que son cristalinos a temperatura ordinaria, DR. Calantarients ha experimentado con una diversidad de sales, y después de un corto tiempo logró hacer una mezcla, que consiste principalmente de sulfato de carbonato de sodio y, que una vez establecido un plan para el suelo puede hacer que sea utilizable con patines de hielo normales , la resistencia de la superficie es igual a la del hielo, y se ve como el hielo, y, de hecho, después de haber patinado un pequeño engaño es bastante sorprendente. La superficie puede en cualquier momento ser pulida de nuevo con vapor de agua a un aparato adecuado para el propósito, y la propia palabra una vez reordenado durará muchos años. La mezcla de sales usado contiene alrededor de 60 por ciento de agua de cristalización y, a continuación, después de todo, el piso consta esencialmente de agua solidificada.

En 1895 fue vice-presidente de la Asociación Anglo-armenio con sede en Londres.

El 10 de octubre 1903 la revista The Lancet, publicó un artículo sobre la prevención de estiércol de caballo en las calles.

En 1908, escribiendo en The British Medical Journal un artículo en relación con la amplia oposición a la vacunación. Informe y señala a la atención de un fenómeno médico, que cree que es rápidamente regresó de nuevo y lo encontró cuando estaba en servicio en el Hospital de Scarborought en 1871 en el brote de una epidemia de viruela. De los muchos casos que examinó muchos niños emparentados vacunados. Maravillado por esto comenzó a entrevistar a las madres, que confirmó el éxito de la vacunación. Quería ver el brazo de los niños y encontró que la vacunación no fue atacado. Mamás De hecho, en contra de la vacunación obligatoria, una vez corrió directamente a casa y se lava la herida de la vacunación, por lo que es ineficaz.

En 1909 la invención del sistema de aislamiento de base para edificios. (Patente italiana n. 101 901 de 26 de abril 1909).
Una carta que escribió al conde Fernand de 27/08/1909 Montessus de Ballore, director del Servicio Sismológico de Chile, para anunciar su invento al aislamiento de la base sísmica, ya examinada por el Prof. Georg. Gerland Country Director Central de Estrasburgo de la Asociación Internacional de Sismología, nos hace pensar que JA Calantarientes no fue un inventor imaginativo improvisado.

J.A. Calantarients, M.D.

27th Augt. 1909.

P. Alma Square,
Scarbro:
England

Dear Sir

Under separate cover I send you the description, with 2 sheets of illustrative drawings, & some explanatory notes, on a system I have devised for building constructions to resist the destructive action of earthquakes.

I have been induced to apply to you by the advice of Prof. Dr. Gerland, Director of the Central Bureau of the International Seismological Association of Strassburg.

As a great authority on the subject of earthquakes, I beg you to do me the honour of examining my system & giving your opinion on it.

As you will see my main idea is that if the superstructure is separated from the foundation by a free & lubricated joint, the vibrating earth will have no solid rigid connexion with which to shake the superstructure, which, therefore, will only slides upon it.

As to any objection on the score of slide, since the amplitude of vibrations is very limited, ample room may be provided for it on the surface of the foundation.

I believe, therefore, very substantial buildings can be put up in earthquake countries on this principle, with perfect safety, since the degree of severity of an earthquake looses its significance through the existence of the lubricated free joint.

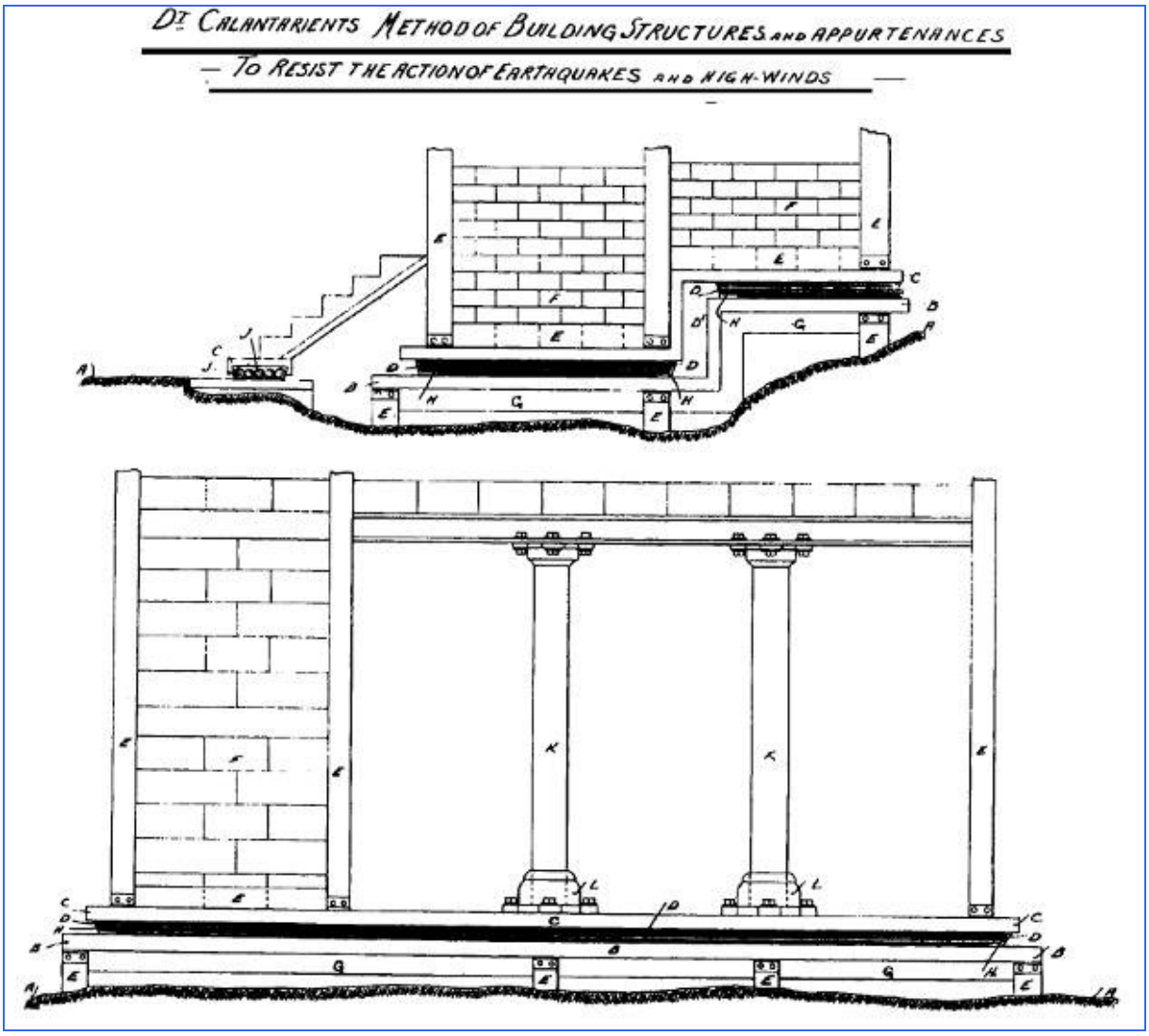
I made the experiment with balls many years before it was done in Japan, or at all events before any account of it appeared in the papers about 25 years ago.

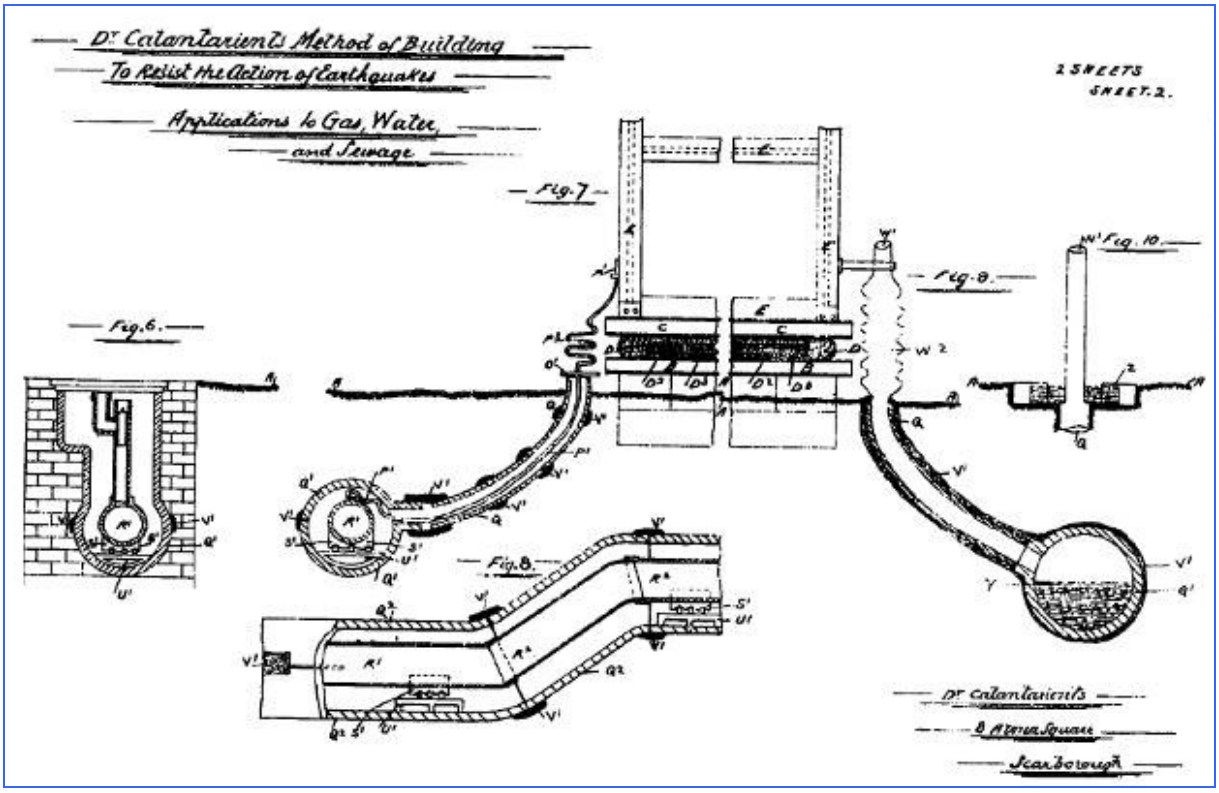
Yours faithfully

J. A. Calantarients M.D. &c

Conde Montessus de Ballore
Director del Servicio Sismologico de Chile
Avenida Republica 302
Santiago de Chile
Chile

En "The Straits Times" en Singapur el 14 de diciembre 1910 se leyó la noticia de su invención de un neumático de vehículo.





A principios del siglo pasado, después de fuertes terremotos de San-Francisco (1906) y Messina (1908), hubo muchas propuestas de las técnicas de construcción antisísmica, incluyendo incluso el de Calantarients. Entonces, incluso el terremoto de Tokio (1923) estimuló la búsqueda de soluciones para protegerse de este terrible desastre. Entre las numerosas propuestas hechas por hay que señalar que el ruso M.Visckordini en 1925 con pilares con bisagras en la parte subterránea de la construcción, que encontrará continuidad en el futuro de su país[2].

La experiencia del terremoto de Messina

Después del terremoto de Messina-Reggio Calabria, 28/12/1908, con más de 100.000 muertes y la destrucción de la mayor parte de las casas de ladrillo, el mundo entero está conmocionado por la tragedia. Una comisión especial fue creada para sugerir cómo la reconstrucción, mientras que muchas iniciativas privadas se pusieron en marcha. Estos incluyen un concurso internacional, anunciado en la primavera de 1909 por la Sociedad Cooperativa de Lombard Obras Públicas y uno en octubre, el Consejo de ingenieros y arquitectos de la Toscana, ambas ganadas por Arturo Danusso.
En la competencia internacional en Milán, el objetivo de identificar el sistema constructivo más adecuado para la reconstrucción, se confirma el interés por la técnica de aislamiento sísmico: 43 competidores total de 214 propuestas de hecho lo hacen.El informe final del jurado, las propuestas rechazadas definidos no graves o loco, como el de la casa estaba siendo suspendido de cuerdas tendidas entre dos baluartes enormes, descartó la propuesta de aislamiento de base, a las dificultades prácticas de implementación y mantenimiento y durabilidad mientras que se considera necesario para nuevas propuestas de ensayo bancos de arena o escombros que se coloca entre la base y la base en tierra, y universalmente reconocido como digno de aprobación propuestas que incluían bases armadas y lo suficientemente grandes como para bajar el centro de gravedad del ' edificio, íntimamente ligada a la superestructura, ya sean marcos de hormigón armado, el de madera o de hierro. Valoración se muestra para aquellos proyectos que tenían en profundidad los aspectos de resistencia relacionados con la forma planimétrica y distribución de los productos. La competencia fue ganada por Arturo Danusso, que había presentado una declaración sobre la dinámica de las estructuras que introduce conceptos innovadores que serán la base de la ingeniería sísmica, y un proyecto de construcción enmarcado fundación de hormigón armado de una base fija en las vigas inversa, conectados para formar una red cerrada.

[2] ver los datos de la Federación de Rusia

Años más tarde, recordando aquel momento, él escribió: "Al salir, me entró la curiosidad acerca de un hada diminuta casa cubo modelo vestido a los balcones y ventanas, y apoyándose en las cuatro esquinas de los resortes de latón en espiral. Un trozo de papel al lado de franqueza señaló: "La noticia del desastre causado dolor intenso me regional y nacional. Yo soy un relojero, I resortes de práctica, y creo que podría hacer que el servicio. Fechas, por favor toca con un dedo, podrás ver el balanceo casa en silencio y luego se detiene sin daños. El terremoto tendrá el mismo efecto. Premiatemi no, pero piensa y proveer ".
La comisión, en sus conclusiones, cree que hay dos enfoques posibles para la construcción de terremoto: el primero es para aquellos que planean aislar el edificio desde el suelo por medio de la interposición de un lecho de arena debajo de las fundaciones, oa través de la "uso de rodillos en las columnas que permiten la construcción para moverse horizontalmente. El segundo enfoque es la base fija tradicional pero con limitaciones en las alturas logradas y la imposición de la auditoría a las acciones sísmicas horizontales a través de una fuerza lateral asignado al proyecto. Entre los dos se recomienda la segunda.
La Real Comisión de Normas Técnicas de la construcción, concluye su trabajo con el Real Decreto 1080 del 6 de septiembre de 1912, aunque con importantes novedades, sólo ofrecen prohibiciones y requisitos de construcción.

Imperial Hotel Tokyo

Mientras tanto en la escena también entra Frank Lloyd Wright con el Hotel Imperial de Tokio.
A las 11:58 del 01 de septiembre 1923 un fuerte terremoto de magnitud 7,9, de lo que va a ser recordado como el Gran Terremoto de Kanto, destruido casi por completo la ciudad de Tokio, matando a más de 140.000 personas, con un gran número de personas desplazadas .
Poco después de que Frank Lloyd Wright llegó un telegrama de Tokio, enviado por el barón Kihachiro Okura, propietario del Hotel Imperial:

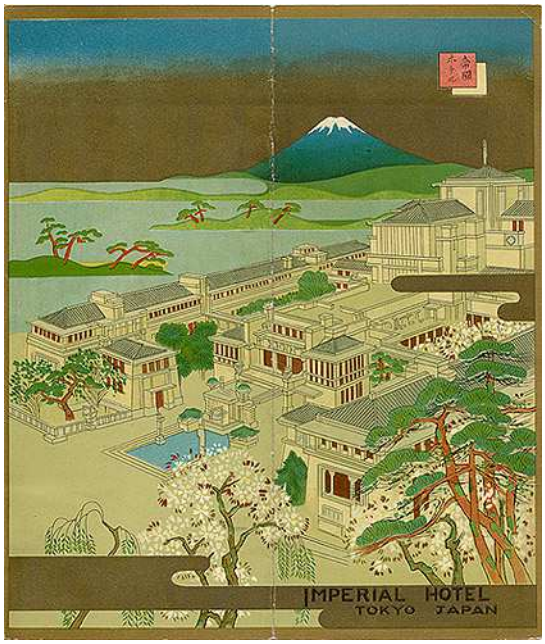
> *El hotel no está dañado como un monumento a su genio. Miles de personas sin hogar están perfectamente asegurados dentro. Felicitaciones. Okura*

A esto le siguió el 8 de septiembre, otro telegrama, esta vez de su ayudante en la obra de construcción del hotel:

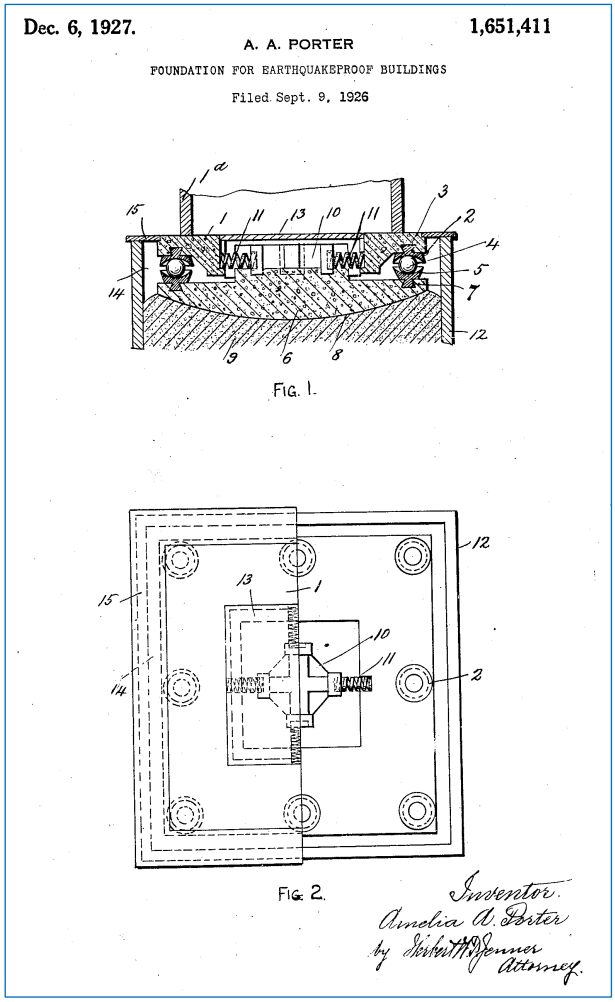
> *El primer choque fue suficiente para acostarse muchos edificios, y ... el segundo fue fácilmente derribado los que se quedaron de pie. El fuego se apagó de cada casa y la ruina de los que sobrevivieron al colapso y huyendo hacia los espacios abiertos, fueron asesinados por el humo del aire y fuego, quemado por los miles. Todos los edificios de acero han sido mortales y que es suficiente para mostrar cómo nuestros arquitectos eran tontos. Qué gloria es ver el Imperial recto de las cenizas de una ciudad entera. Gloria a ti. Sinceramente Arata Endo.*

El 26 de septiembre FLW escribe a su colega Luis Sullivan:

> *... El que guarda el Imperial fue el principio de flexibilidad, fundaciones flexibles, juntas flexibles, tubos flexibles y el cableado, pisos en voladizo soportes flexibles que pasan a lo largo de los muros exteriores convertirse en balcones, así como una exageración de todos los miembros de verticales de soporte, teniendo el centro de gravedad tan bajo como sea posible.*



FLW fascinado por la cultura japonesa y se opuso firmemente a la occidentalización entonces empiezan, construye, reconstruye o mejor, el Hotel Imperial en un área de suelo pobre: una capa de tierra compactada con un espesor de 2,4 metros, sobre una capa de barro manantiales de casi 20 metros.
El proyecto es un edificio bajo, extendido y dividido en varios cuerpos en forma de caja son considerados como "flotando" en el barro, que FLW siguiente describe cómo una bandeja con el apoyo de un camarero en los dedos.



Y uno de los inventores son también una mujer. Amelia Anne Porter de Lancaster (Inglaterra) en 1926 propuso y patentó un sistema para la "Fundación para edificios antisísmica" hizo que descansa sobre rodamientos y amortiguadores con muelle.

A pesar del florecimiento de las propuestas, las soluciones no se propagan por ser difícil de lograr en la práctica, y también porque teóricamente el método estático equivalente, que se utiliza para definir las cargas sísmicas en el edificio, no permitió evaluar sus efectos.

Primero plan débil

A principios de los años 30 del siglo pasado se extendió la idea de una posible mejora del comportamiento sísmico a través de una mayor flexibilidad de la planta baja (o sótano), basado en la consideración de que en todo tipo de terremotos, la respuesta sísmica de edificios con una disposición estructural flexible, llevado a mejores resultados que los edificios con estructura rígida. La idea se hizo muy popular en el mundo, ya que también no requiere medidas especiales distintos de los métodos de construcción tradicionales.

En 1929 R.R. Martel publicó un artículo titulado: "El efecto del terremoto en edificios con un piso flexible de primera" en el que propuso el denominado "enfoque suave", que fue la introducción de columnas flexibles en el primer piso diseñado para alargar el periodo natural de la estructura. Los acontecimientos posteriores tienen con el trabajo de Green (1935) y Jacobsen (1938), al presentar el "Método de la historia Soft primero" con el concepto de absorción de energía por plastificación.

El Hospital Olive View en Los Angeles, construido aplicar este concepto, se derrumbó dramáticamente poco después el edificio durante el terremoto de San Fernando de 1971 (M 6,6), experimentando con precisión el mecanismo de suave pisos, que tenía que ser en lugar de la estructura de recursos .

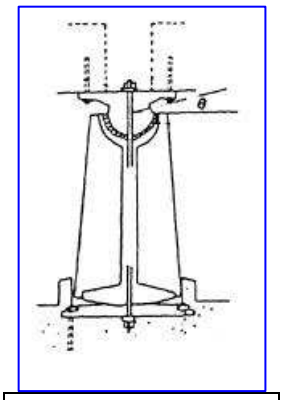
El hospital Olive View después del terremoto de 1971

Algunos estudiosos sostienen que el primer edificio en el mundo[3] con un sistema de aislamiento de base son incluso dos, tanto para el Banco de Fudo y Himeji Shimonoseki (JP), diseñado por R.Oka 1928, terminado en 1934.
En Volos, Grecia, en 1955, el Ing. Leon Tsolakis construye una pequeña casa con aislamiento basado en dispositivos experimentales inventados por Pan. Keramida.

[3] Base isolation and passive seismic response control. Masanori Izumi 9 WCEE 1988 Tokio

La primera aplicación de aislamiento sísmico en la URSS es, pues, un edificio construido en Ashkhabad (Asia Central) en 1959. Un edificio de 4 plantas en péndulo suspendido de acero (acero de resorte suspendido péndulo), diseñado por FD Zelenkov. Una vez construido manifestada grandes desplazamientos, incluso para los sismos de baja intensidad, con los habitantes de las edificaciones que se ejecuta en la calle, mientras que en el otro nada edificios antiguos que había sucedido.

En lo que sigue algunas aplicaciones, incluso con la tecnología rudimentaria, se realizan en la Unión Soviética en 1960, pero no fue hasta 1969 que vemos la primera aplicación pionera de aislamiento sísmico, con la escuela primaria "Johan Heinrich Pestalozzi" en la ciudad de Skopje en Macedonia devastado por un fuerte terremoto 26 de julio 1963. Donado por el Gobierno suizo, el arquitecto del proyecto general. Alfred Roth y la de estructuras resistentes a terremotos por un grupo de ingenieros de Zurich: C.Hubacher K.Staudacher y R.Siegenthal, que describen el principio en el artículo "Erdbebensicherung im Bauen" (edificios resistentes a los terremotos) en el Neue Zürcher Zeitung, Technikbeilage, 09 de febrero de 1970 denominada "*Swiss Full Base Isolation 3D (FBI-3D)*".



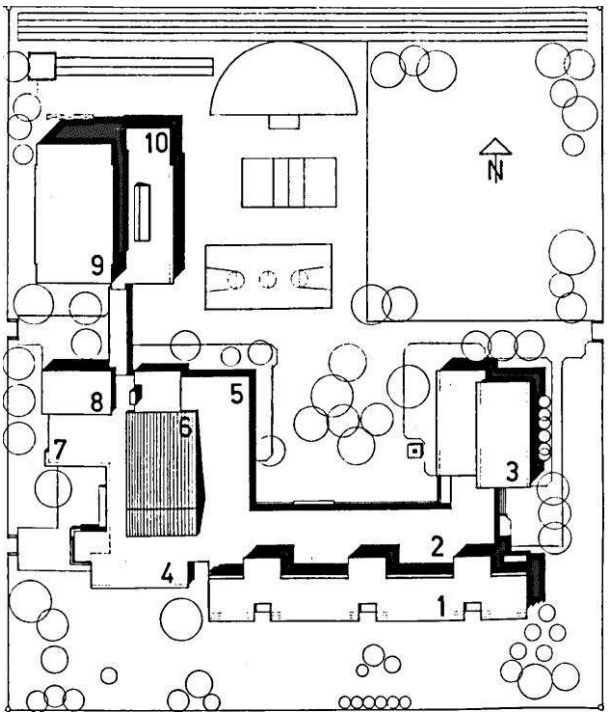
R.Oka isolatore 1928

La escuela Pestalozzi a Skopje

El 26 de julio 1963 Skopje ha sufrido un terremoto de proporciones desastrosas (IX MCS) en la que 1.070 personas murieron y más de 3.300 heridos, con más del 80% de los hogares destruidos o dañados sin posibilidad de reparación. Daño masivo a infraestructura, escuelas, hospitales, con daños estimados en $ 800 millones.

El terremoto fue seguido por un trabajo inteligente de reconstrucción sobre la base de un plan maestro desarrollado por Kenzo Tange. La ciudad creció en tamaño, la población y la calidad de vida.

Entre las ayudas, el gobierno suizo donó una escuela, nombre del famoso educador "Johann Heinrich Pestalozzi", confiando el proyecto del arquitecto suizo Alfred Roth (1903-1998), discípulo de Karl Mozer y Le Corbusier y con considerable experiencia en el diseño de las escuelas. En 1965 se firmó un contrato, en 1967 comenzaron los trabajos de construcción, terminado en 1969 con la inauguración oficial de la escuela.

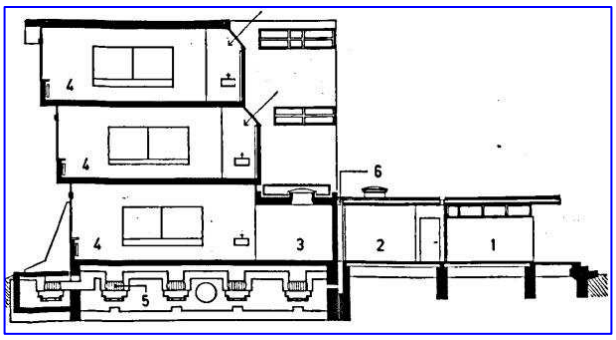


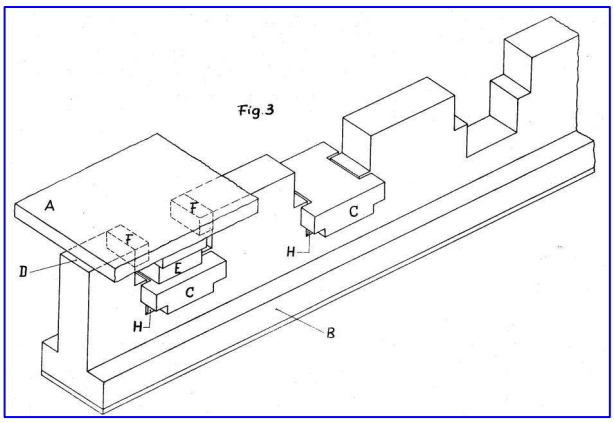
El campus consiste en la construcción de 18 aulas (1) 11,0 x 61,5 metros, 10 metros de altura con bases aisladas, laboratorios (3), el auditorio (6) el gimnasio (9,10) y la casa del encargado (8), conectados por pasillos y corredores (2,4,5,7) en un gran espacio lleno de vegetación.

Para la construcción de las aulas eran ingenieros involucrados suizo Carl Hubacher, Emil Staudacher y Robert Siegenthaler, que ha estudiado durante mucho tiempo el aislamiento de la base y con la oportunidad de su sistema patentado llamado "Abstützung von bauwerken zum Schutz derselben hermosa Erschütterungen ihrer Fundamente. "Estructuras de apoyo para la protección de los edificios de la conmoción hasta sus cimientos.

Patentes de Suiza no. 450 675 de 30.04.1968, 01.20.1966 y presentó la siguiente:
Patente de Estados Unidos 3510999 de 12/05/1970
Patente de Austria 282287 07/10/1970

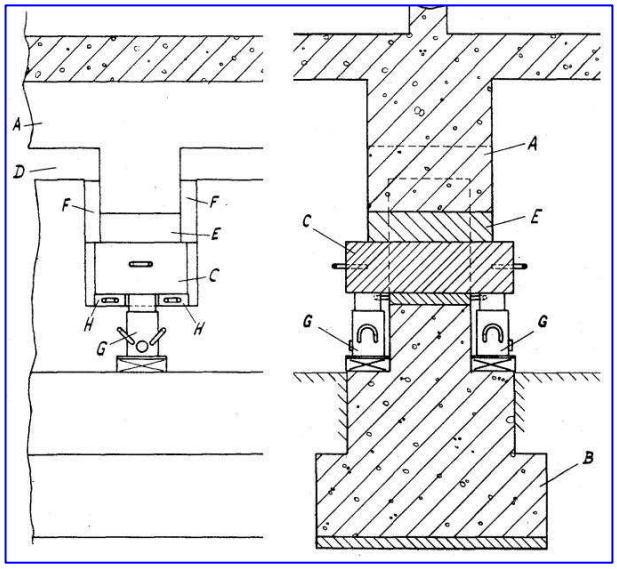
El edificio de las aulas de la escuela Pestalozzi tiene una red de vigas de cimentación, en la que se colocaron aisladores de goma baja amortiguación de 70x70 cm y 35 cm de altura, producido por Huber Suhner-Zurich.





El sistema consiste en una conformación de los pasos del contacto entre el edificio (A) y la fundación (B) y en el que se colocaron los cojinetes elásticos (E), integrado por una mezcla de caucho natural. Elementos de sacrificio (F) en el hormigón celular, aseguran la estabilidad del viento y los terremotos modestos. La viga de soporte (C) y el espesor (H), lo que permite las operaciones de sustitución de los cojinetes, a través de la utilización de gatos hidráulicos (G).

Los aisladores, compuestos de la superposición de hojas de caucho 7 cm de espesor, no armados, tenía una rigidez vertical, comparable a la horizontal y esto implicaba una alta deformabilidad de la estructura también en la dirección vertical, tanto, que existe una necesidad de incluir restricciones adicionales para estabilizar el edificio contra el viento.
En 2007, todos los aisladores han sido sustituidos por los modernos aisladores tipo HDRB (rodamiento de caucho de alta amortiguación.



En 1972 el prof. Aristarcos Ikonomou, Universidad de Patras en Grecia, en Atenas construye un edificio de oficinas de altura con aislamiento de base, a través de la utilización del sistema Alexisismon, inventó y patentó.[4]

Después del período inicial, la investigación pionera se dirige hacia los primeros dispositivos aisladores de caucho y elastómero de goma reforzadas con placas de acero, se produjeron en los años 70 en Inglaterra, los Productores de Caucho de Malasia Research Association (MRPRA) a través de un proceso de fabricación basado en la vulcanización de capas de caucho entre los aisló de laminaciones de acero. La primera aplicación de este sistema tiene en Francia para la protección de algunas plantas de energía nuclear, con la combinación de aisladores de caucho y desplegables dispositivos (Electricité de France del sistema).
Y "la colaboración entre la MRPRA y el Earthquake Engineering Research Center (CEIE) de la Universidad de California en Berkeley, por un lado, y entre el Departamento de la dinámica estructural del CNRS de Marsella y el John A. Blume Earthquake Engineering Center de la Universidad de Stanford, California, la búsqueda comienza a dar resultados concretos a través de pruebas mesa vibradora, que permiten evaluar el desempeño de los dispositivos. [5]

El Colegio Jean Guéhenno Lambesc en Provence.

Construido en 1978-79, en la zona afectada por el terremoto del 11 de junio de 1909, un proyecto de Ello y Castel Ives, con el Ing.. Gilles Delfosse para las estructuras resistentes a los terremotos, el Colegio de Lambesc, tiene una configuración original e innovador y es capaz de resistir un terremoto de magnitud 6 y con un cortante en la base reduce en 2/3 en comparación con la base misma estructura fija. Una arquitectura simple consta de 3 edificios cúbicos de altura modesta, con juntas sísmicas de diez centímetros entre cada bloque, para evitar el martilleo entre los edificios. El resto bases sobre un sustrato rígido (piedra caliza) están unidos entre sí y llevar 152 pilares que descansan sobre aisladores sísmicos GAPEC tipo, desarrollado por Gilles Delfosse en el laboratorio de mecánica y acústica del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS ") Marsella, alternando capas de acero y caucho.
Cuatro años después de su construcción, en 1982, una delegación de San Bernardino California vino a visitar el edificio para la aplicación de esta técnica de aislamiento en su ciudad.

Gilles Charles Delfosse y GAPEC aisladores

Delfosse nació 23 de junio 1929 en la ciudad de Avesnelles, en el norte de Francia. Viniendo de una familia con una larga tradición en la industria de la construcción, era natural que el joven Gilles se convertiría en un ingeniero civil. Como lo fue en 1951, en el prestigioso Conservatorio Nacional de Artes y Oficios de París. El 2 de septiembre 1952 se casó con Andree Mieze, con la que tuvo tres hijos (Patrick-1,953-1.955 Erick Christophe y 1968). De 1960 a 1962 se traslada con su familia a Beni-Ilmane (Melouza) en Argelia, donde trabaja como ingeniero civil para el gobierno colonial, ganando experiencia en el diseño sísmico, la reconstrucción de las zonas rurales fueron destruidas por el terremoto. Después de regresar a Francia enviada por el gobierno francés en Skopje en

---

[4] Parece que las autorizaciones eran para la construcción de una base fija, no las regulaciones existentes. Agradecemos prof. Panayotis Caridis y el Ing. Christos Giarlelis por la valiosa información en AS Ikonomu y aislamiento en Grecia.
[5] Los principales estudiosos son Gilles C. Defosse, C.J. Derham (MRPRA), James Marshall Kelly (University of California Berkeley), R. Ivan Skinner. PEL-DSIR, NZ).

Macedonia destruida por el terremoto del 26 de julio de 1963, para ayudar en su reconstrucción. E 'en este período que la idea toma forma de protección por el terremoto a través del aislamiento de la base.
En junio de 1969 una licenciatura en Ciencias de la Computación de la Universidad de Aix-Marseille con una tesis sobre la dinámica estructural y aislamiento sísmico. Unos meses después, en febrero de 1970, fue nombrado investigador del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), el máximo instituto de investigación de la República Francesa, donde creó y dirigió el Dipartimendo de dinámica estructural. Su trabajo en el CNRS contribuye a la definición de aisladores elastoméricos y lo da a conocer al mundo.
En 1972 se depositó una patente para dispositivos sísmicos aislamiento básico con el nombre comercial de GAPEC (Designación de las iniciales de los nombres de toda su familia). Con este sistema de protección de un gran número de estructuras (edificios y equipo) en Francia, Martinica, y en California. Particularmente en Francia, el aislamiento Delfosse diseño sísmico de edificios de viviendas (4 1977-82), hace que el aislamiento de la universidad para Lambes Guéhenno (1978-79), un depósito de residuos nucleares (1982) y dos centrales nucleares en Cruas y Pellerin Le. En 1979, el Departamento de Estado de los Recursos Hídricos, está patrocinando un programa de investigación para la protección de los dispositivos eléctricos 230 KV ATB 7, cuya ruptura en el terremoto de 1971 en San Bernardino ha tenido efectos adversos, a través del uso de aisladores GAPEC. Los resultados de las pruebas realizadas, certifican que la aceleración en los dispositivos eléctricos se reduce a 1/5.

En el año 1980, establece los cuatro criterios básicos de la eficiencia de un "sistema antisísmico Aislador de construcción":
1)Una aceleración baja del edificio en una determinada acción sísmica
2)Un comportamiento principalmente traslacional
3)No hay amplificación de movimiento vertical con respecto al movimiento de la tierra
4)una respuesta satisfactoria a los grandes desplazamientos que pueden ocurrir

Murió 10 de enero 2003.

En 1974, Nueva Zelanda en un programa de seguridad de los puentes por el terremoto, a través del uso de aisladores, el primero es el puente de Motu.
Pero es con el terremoto de **Friuli** de 1976 que abrirá las reticencias hacia el uso de aisladores en los puentes. Hubo, de hecho, la construcción de la autopista Udine-Carnia y la única obra de arte no era Somplago estar dañado viaducto (viga de cubierta sigue a lo largo de 1240 m, diseñado por el Ing. Renzo MEDEOT) gracias a una protección aislamiento basado sísmica, el cual es uno de los primeros ejemplos del mundo de una estructura de puente.

El viaducto de Somplago

Cada proyecto deberá ser autorizada en la ausencia de referencias normativas. Usted debe esperar en 1990 en Italia, cuando salen, uno de los primeros en el mundo, "Directrices para el diseño sísmico de puentes con el uso de aisladores de dispositivos / enfriadores", y en 1993 saldrán las primeras directrices para el aislamiento sísmico de edificios.

Los años 80 vieron el reconocimiento oficial de aislamiento sísmico, con la rápida propagación de aplicaciones en todo el mundo, especialmente en EE.UU., Nueva Zelanda y Japón.

The William Clyton Edificio en Wellington (Nueva Zelanda), de 1981, fue uno de los primeros edificios que se diseñado con aislamiento sísmico con plomo aisladores de goma (LRB).

El primer bloque de construcción de la base en los EE.UU. se completó en 1985 y las Comunidades Foothill Centro de Derecho y Justicia en la ciudad de Rancho Cucamonga a unos 100 kilómetros al

Foothill Communities Law and Justice

este de Los Angeles, a 20 km de la falla de San Bernardino. Un edificio de 5 plantas con estructura de acero (126x33, 6 m). Diseñado para soportar un terremoto de magnitud 8,3, con un desplazamiento máximo de 38 cm de las esquinas, está equipada con aisladores elastoméricos 98 (HDRB) hizo sobre la base de estudios y el ensayo de la CEIE(EERC)[6].

El primer edificio con aislamiento sísmico construido en Japón en 1983. Entre 1983 y 1992 unos 67 edificios fueron aislados en la base fueron autorizados por el comité especial en la ausencia de un código específico en BCJ que fue lanzado en 1991.

La consagración del sistema de aislamiento sísmico es con los dos fuertes terremotos en Northridge, California (Mw 6.8-17.1.1994) y Kobe (Mj7.3-01.17.1995), en el que los edificios no aisladas se ven afectados, permaneciendo operativa, a diferencia de los tradicionales edificios muy dañados.
Significativo si el Hospital Olive View, reconstruida después del colapso de 1971, de la estructura de base fija, que si bien no expuestos a sufrir daños estructurales importantes, es en realidad inoperante debido a los daños a los acabados y equipamiento, mientras que la Universidad del Sur de California Teaching Hospital, construido en 1991 y aislado sísmicamente, permanece intacto y operativo y puede recibir incluso los pacientes, siendo sólo 36 km del epicentro del terremoto de Northridge.
Del mismo modo, con el catastrófico terremoto de Kobe, en Sanda City, dos grandes edificios individuales en la base, el Matsumura-Gumi Laboratorio de Investigación y el oeste de Japón Postal de Ahorros Computer Center, que era en ese entonces el bloque de edificio más grande del mundo, permanecen intactos.
En los tres años anteriores al terremoto de Kobe fue autorizado 15 edificios individuales dentro de tres años después de haber sido autorizado 450.

El desastroso terremoto de Hanshin-Awaji Kobe 01/17/1995 (JP)

Los dos bloques de construcción de Sanda City

Centro de Cómputo del Ministerio de Correos y Telecomunicaciones
6 piso superficie de paso de 46 823 metros cuadrados, el edificio más grande del mundo aislado
54 LRB d120h24+46Low Damping natural rubber d100 h20
20Low Damping natural rubber d 80 h16+44 steel damper

Laboratory Matsumura Corporation
3 piso superficie peatonal de 480 metros cuadrados
4HDRB d70h13,54HDRB d60h13,7

[6] Gli stessi dispositivi che saranno usati alla SIP di Ancona.

También en los años 90, el aislamiento sísmico comenzó a ser utilizado también en la acción sobre la adaptación, teniendo la ventaja, en comparación con las técnicas tradicionales, no tener que tocar la estructura existente. Prepara el camino para el ajuste de **Salt Lake City** and County Building, un edificio de ladrillo con 5 plantas y una torre, construida en 1893. Los estudios de adaptación a terremoto posible comenzar en 1973 y se constituyen en 1983 con el análisis de las diversas soluciones entre las cuales la mejor es la de aislamiento en la base, con el uso de aisladores de caucho de Nueva Zelanda (208 Caucho de plomo y 239 cojinete de caucho natural). Las obras, que incluyen la construcción de un nuevo cordón entre la base y las paredes para colocar al final de cuentas en 1989. Siguen siendo los Estados Unidos para liderar el camino, después del terremoto de Loma Prieta de 1989, con el Ayuntamiento en **Oakland y San Francisco**, que había sufrido daños considerables. Ambos no pueden ser demolidas porque era un monumento nacional, en el momento de su construcción (1914), fue el edificio más alto de la costa oeste. Para el ajuste se utilizaron en los aisladores de caucho reforzada con 111, de los cuales 36 han insertos de conducir. La inserción de los dispositivos se produjo con el corte de las columnas de acero en el piso más bajo, con la ayuda de gatos hidráulicos. El edificio ahora se puede mover hasta 50 cm. El costo total fue de $ 85 millones. Una intervención similar después del terremoto, la adaptación del Ayuntamiento de San Francisco, construida en 1915, y uno de los ejemplos más importantes y significativos de la arquitectura clásica en los Estados Unidos. El ajuste de la Alcaldía de **Los Ángeles**, terminado en el año 2001, después del terremoto de Northridge. Construido en 1926, los primeros 32 pisos, fue el primer edificio que supere el límite de 150 pies de altura, sin diseño sísmico especial. Las lesiones en el revestimiento de mampostería (el marco es de acero) apareció desde el terremoto de San Fernando (1971). La intervención de aislamiento proporcionado HDR aisladores 416 y 90 soportes deslizantes, además de 52 amortiguadores viscosos a la base de cimientos y 12 en el piso 26.

El camino de la historia: ante la duda, entonces la razón y ahora la realidad

Duda

Entonces ... parece que la mejor dirección hacia la solución del problema está representado por la siguiente pregunta: Fabricación de las necesidades mínimas, consistentes colina prácticos de un hogar, la cantidad de energía que se transmite desde el telúrico se trasladó al edificio. Muchos consideraron que esta declaración no contiene el principio, pero al final de nuestra solución. Ellos dijeron: vamos a reformar todo el camino de la construcción de apoyo sobre el terreno: en lugar de enraizamiento sobre bases sólidas, liberiamolo modo que descanse como en una especie de carro móvil en todas direcciones con la fricción más bajo posible. La fuerza de arrastre del terremoto tenderá a desaparecer y el edificio permanecerá inalterado, mientras que la rabia choque bajo sus pies. El razonamiento es rápido, elegante e impecable. Pero, para traducirlo en su lugar, los proponentes han tenido que recurrir a una serie de dispositivos mecánicos, tales como rodillos, bolas, muelles y suspensiones elásticas, dispositivos que convierten desnaturalizar la casa como la fundación, que debe poseer una estabilidad secular, en un sistema de metal que Es necesario mantener, supervisar y lubricado por cincuenta a cien años, de generación en generación, y que, al final, sacudido por un terremoto, con obra suprema ingratitud mal o no funciona en absoluto. Imaginemos, por ejemplo, una de las bolas de acero que durante un siglo no se ha utilizado para soportar el peso del edificio y pensar sólo en fricción disidente que debe ganar para ponerse en marcha y la casa libre de los efectos del shock! No creo que el mejor lugar para llevar a cabo una dura crítica de estos sistemas mecánicos. ¿Quién visitó la exposición de las obras presentadas en el concurso reciente en Milán, donde estos sistemas aparecieron en gran número en la totalidad de su conjunto de modelos y diseños, informó ciertamente la impresión de su fracaso a los efectos de la práctica.

La estática de edificios resistentes a los terremotos
Actas de la Sociedad de Arquitectos e ingenieros en Turín 1909.
Arturo Danusso,

La razón

Apoyo ... y no sólo subrayan que los programas de cálculo que tienen que ocurrir en una estructura dada, usted puede preguntarse cómo se podría diseñar una estructura que reduce el flujo de la energía mecánica que la tierra fue sacudida por un terremoto, que tiende a remitir a ella ... sería posible estudiar la introducción de mecanismos para disipar rápidamente la energía mecánica o para prevenir la transmisión.

También puede diseñar apoya goma u otro material elástico que precisamente la tarea de prácticamente inmóvil salir del edificio, mientras que por debajo de ella los fundamentos vibrar debido al terremoto ... se trata de obtener un sistema de gran deformabilidad, en este caso localizada en los soportes, y por tanto proporcionalmente muy inerte y con una frecuencia muy baja, como de lo contrario no sería posible obtener con tipos normales estructurales.

Introducción a los edificios resistentes a los terremotos, EGPA 1978
Sergio Musmeci

Las Noticias (Today)

Las noticias nos trae esta historia en el uso de aisladores sísmicos:

1969: Skopje (Yugoslavia), la Escuela Pestalozzi;
1972: Atenas (Grecia), en un edificio de oficinas;
1973: en Nueva Zelanda, Motu Puente sobre el puente;
1974-1976: A23 Udine-Carnia (Italia) en el viaducto Somplago;
1978-79: Colegio Jean Guéhenno Lambesc en Provence (Francia)
1978-1981: Wellington (Nueva Zelanda), en William Clayton Building;
1978-1984: a Kroeberg (Sudáfrica), en las centrales nucleares de EDF;
1981: Nápoles (Italia), en el símbolo del Fuego

En el mundo de hoy, hay más de 10.000 edificios con aisladores en la base, ubicados en más de 30 países.
Japón tras el terremoto de Hyogo-ken Nanbu / Kobe (1995) ha alentado fuertemente el uso del aislamiento simico y tiene el liderazgo en el mundo, con más del 50% de las solicitudes.
La República Popular de China, el gigante recientemente en la escena y ya en el segundo lugar.
La Federación de Rusia, donde el aislamiento ha sido durante tiempo con aislantes de hormigón en forma de hongo derrocado y ahora se abre a la utilización de los sistemas de aislamiento "estilo occidental
Los Estados Unidos de América, donde la expansión continúa de forma normal, sin el aumento en Japón, en parte debido a una ley que penaliza.
Italia, que después del comienzo brillante con el aislamiento de puentes y viaductos, desde 2003 ha regulado el uso de los edificios.
Después de Nueva Zelanda, altamente especializada en la producción de dispositivos, Taiwán y Armenia donde los terremotos recientes han fomentado el uso. México, donde la primera experiencia de 1974. Francia ocupa de las plantas de energía nuclear. Sin olvidar los logros en Turquía, Grecia, Portugal, Chipre y Venezuela y, más recientemente, Argentina, Israel, India, Rumania e Irán, Corea del Sur, Canadá, Chile, Indonesia y Macedonia.

El uso de aislamiento sísmico se propaga especialmente para la protección de los edificios y valor estratégico: hospitales, quirófanos para la situación de emergencia, centros de cómputo, museos, y en general en todos aquellos edificios cuya funcionalidad es esencial en el caso terremoto .... pero esto ya no es la historia, pero la crónica.

La originalidad de la experiencia en la URSS

En 2012 más de 600 edificios y otras estructuras construidas en los países de la Federación Rusa, con el aislamiento de base.
Sólo a partir de 1990 en los países de la ex Unión Soviética han desarrollado intervenciones con aisladores de caucho. Hasta los sistemas originales entonces se han utilizado estudiados y probados en el Instituto Central de Investigación para la estructura del edificio, Earthquake Departamento de Ingeniería (TsNIISK) en Moscú.
Desde los años 70 se puso en práctica un programa de aislamiento de base para los edificios y servicios residenciales. Otra excepción es la de las plantas de energía nuclear para que los sistemas se utilizan con soportes deslizantes y apoyos neumáticos.
El aislamiento sísmico se logra mediante el uso de dos o más elementos: un elemento flexible y un amortiguador. Los elementos flexibles, situados en la planta baja, pueden ser de esbeltas columnas o tambaleante, mientras que los amortiguadores son elementos en acero dulce o acoplamientos de paneles de hormigón de sacrificio o de deslizamiento reforzados.
Básicamente hay dos sistemas originales desarrollados y fabricados en ese momento: edificios con elementos flexibles y de sacrificio disipativas (DRE) y edificios con cojinetes de pivote (cinemática) (KRS).

Los edificios con DRE

En 1973-1974 una nueva ciudad entera, en el norte del lago Baikal, entre Mongolia y Siberia, fue construido con un tipo particular de protección sísmica. Este tipo de construcción se caracteriza por un sistema llamado "desenganchar Elementos de Reserva" (DRE). El DRE se instala en la planta baja del edificio, que es una estructura de marco de hormigón armado, mientras que la parte superior, por lo general 9 pisos, muros de carga, tanto en grandes paneles de mampostería. El DRE es una, por lo general un panel de hormigón "rígido", conectado al bastidor de hormigón armado por medio de elementos de sacrificio especiales (fusibles). Puede ser placas de acero unidas por remaches o tornillos, barras d 'acero, cubos o prismas de hormigón, etc. Para valores bajos de la DRE sísmica y la estructura enmarcada de hormigón armado trabajando juntos, en esta fase, los elementos de transferencia de desconexión de cargas laterales al marco. Para las acciones más fuertes activa el DRE cuya única función es el cambio (auto) la rigidez y los períodos de vibración durante un terremoto, evitando la resonancia. El DRE son elementos de sacrificio y, por tanto, para ser sustituido después del terremoto.
El primer edificio estaba protegido con esta técnica para un banco y construido en 1972 en Ucrania en Sebastopol.

Los edificios con KRS

Este sistema, que a diferencia de la anterior es un verdadero aislamiento de base, prevé la realización en la planta baja del edificio de elementos oscilantes, colocado entre la planta baja y el primer nivel. Los elementos de hormigón en forma de pirámide truncada tetraédrica, tienen la base inferior y el superior esférica articulada a la superestructura. En condiciones estáticas el peso mantiene el dispositivo en el estado de equilibrio estable y determina la rigidez lateral que depende del peso de la superestructura de la altura del elemento y el radio de curvatura de la clavija. A veces se añaden pilares de metal para aumentar la amortiguación del sistema.
Los edificios de este tipo se construyeron en Sebastopol, mientras que en Alma-Ata soporte oscilante tomó la forma de un hongo invertido.
Cuatro edificios construidos con esta técnica en la ciudad de South KURILSK en las Islas Kuriles en el Océano Pacífico, han sufrido el terremoto más fuerte de 10/04/1994, mostrando un mejor comportamiento de los edificios tradicionales similares

aisladores KRS

El ejemplo de Armenia

Armenia (3.000.000 hab.) Fue devastada por el terremoto del 07 de diciembre 1988 Spitak (Ms 6.8) con 25.000 muertos 50.000 heridos 500.000 desplazados.
A partir de 1994 para una serie de circunstancias favorables, en este pequeño país han desarrollado excelentes iniciativas de diseño y adaptación con aislamiento de base:
1- La presencia de un grupo de diseñadores con el conocimiento y las técnicas necesarias
2- Las instituciones internacionales dispuestos a invertir
3- Cuatro fábricas aisladores
Hoy en día el número de edificios aislados en la base per cápita es sólo superada por la de Japón.
De particular interés es la técnica utilizada para nuevos edificios con el uso de grupos de pequeños aisladores en lugar de uno más grande, esta facilitar el montaje y la sustitución de los dispositivos y permite una mejor calibración del proyecto especialmente contra la rotación del edificio.

Igualmente notable desarrollo de la rehabilitación de edificios históricos con intervenciones en edificios antiguos e importantes, ya que esta escuela en Vanadzor, ejecutado en 2002, sin tener que salir del edificio.

.

Referencias

Base Isolation: Origins and Development
James M. Kelly
EERC News, Vol. 12, No. 1, January 1991.

Earthquake that have initiated the development of earthquake engineering
Robert Reitherman
Bulletin of the New Zealand society for earthquake engineering, Vol. 39, No. 3, September 2006

The implementation of base isolation in the United States
James M. Kelly
Eartquake Engineering, 10 World Conference
Rotterdam 1994

Historical Aspects of Seismic Base Isolation Application
Ahmad Naderzadeh
Iranian Society of Structural Engineers

Design of Seismic Isolated Structures, From Theory to Practice,
F. Naeim and J.M. Kelly,
John Wiley and Sons, 1999

State of the art report. Base isolation and passive seismic respons control.
Masanori Izumi
9 WCEE 1988 Tokio

Up-to-date earthquake protection
Vladimir Smirnov
Высотные здания/Tall buildings, agosto/settembre 2009

Earthquake Engineering. From Engineering Seismology to Performance-Based Engineering,
Yousef Bozorgnia Vitelmo V. Bertero
CRC Press 2004

Dagli "strati di carbone e lana" ai moderni dispositivi antisismici
Paolo Clemente
Attività in campo sismico. Recenti studi e sviluppi futuri
Casaccia, 20 dicembre 2010

I sistemi antisismici in Sicilia, in Italia e nel mondo: dall'isolamento sismico della scuola Johan Heinrich Pestalozzi a Skopje negli anni '60 a quello della nuova Francesco Jovine, 'la scuola più sicura d'Italia', a San Giuliano di Puglia nel 2008"
Alessandro Martelli
Seminario "Centenario del Terremoto e del Maremoto

di Messina e Reggio Calabria: 1908-2008, un Secolo di Ingegneria Sismica",
Messina il 30 ed il 31 gennaio 2009.

Soft Story Risk Reduction: Lessons from the Berkeley Data
A Special Projects and Initiatives report to Earthquake Engineering Research Institute
David Bonowitz, Sharyl Rabinovici,
EERI January 2013

Recent developments in seismic isolation and energy dissipation in Russia
J.M.Eisenberg,V.I.Smirnov, A.A.Bubis
14 world conference on Earthquake Engineering
October 12 – 17, 2008
Beijing, China

Analysis of 3-D vibrations of the Base Isolated School Building "Pestalozzi" by analytical and experimental approach
Garevski A Mihail.
Proceedings of Ninth World Conference on Earthquake Engineering, 12 (2000)

Guia de diseño sismico de aisladores elastopmerico y de Friccio para la Republica de Nicaragua
Tesi di Roger Ivan Meza Blandon e Edgard Ezequiel Sanchez Garcia
Universida Nacional de Ingenieria
Giugno 2010

The GAPEC system: a new highly effective asesmic system
Delfosse Gilles C.
6WCEE New Delhi, India 1977

Full earthquake protection through base isolation system
Delfosse Gilles C.
7WCEE Instanbul, Turkey 1980

The 1995 Kobe (Hyogo-ken Nanbu) Earthquake as a Trigger for Implementing New Seismic Design Technologies in Japan
Peter W. Clark. Ian D. Aiken, Masayoshi Nakashima, Mitsuo Miyazaki, Mitsumasa Midorikawa
Lessons Learned Over Time, Learning From Earthquakes, Volume III
Earthquake Engineering Research Institute, 1999

The Seismic Retrofit of the City and County Building in Salt Lake City: A Case Study of the Application of Base Isolation to a Historic Building.
Prudon, Theodore H. M.
In: Old cultures in new worlds. 8th ICOMOS , 1987

Seismic retrofit and instrumentation of los Angeles City Hall
Nabih Youssef and Owen Hata
SMIP05 Seminar Proceedings

The seismic retrofit of the Oaklan City Hall
Mason Walters,
SMIP03 Seminar Proceedings

Alexisismon seismic isolation levels for translational and rotational seismic input

A.S. Ikonomou
8 WCEE 1984 Los Angeles

Seismic isolation of buildings and historical monuments. Recent developments in Russia.
V. Smirnov, J Eisembreg, A.Vasil'eva
13 WCEE Vancouver Canada, 2004

Buildings protected with "disengaging reserve elements"
Report Date 05-06-2002

Jacob Eisenberg, Svetlana Uranova, Ulugbek T. Begaliev
World Housing Encyclopedia

Armenia is the one of the world leaders in development and application of base isolation technologies
Mikayel MELKUMYAN
American University of Armenia (AUA), Engineering Research Center (ERC), Yerevan, Armenia.

Isolatori Sismici per edifici esistenti e di nuova costruzione
Dora Foti, Michele Mongelli
Flaccovio editore 2011

Behavior of base-isolated buildings in the 1995 great Hanshin earthquake and overview of recent activities of seismic isolation in Japan
Takafumi Fujita
Proceedings of the international Post SMiRT Conference seminar on Seismic isolation, passive energy dissipation and control of vibrations of struttures
Santiago de Chile 1995

L'Architecture d'aujourd'hui février-mars n° 154, 1971

**Un agradecimiento especial a Alessandro Martelli y Massimo Forni,
que durante años se ocupan de difundir el conocimiento de aislamiento sísmico**

Primera edición en español marzo 2015

Base isolation: de los origines a nuestros dias
by Fausto Giovannardi y Adriana Guisasola
is licensed under a
Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 3.0 Unported License.

Los autores:

Fausto Giovannardi (Italy) ingeniero,
editor de la revista científica Ingegneria
Sismica Patron Editore, Bologna
fausto@giovannardierontini.it)
www.giovannardierontini.it

Adriana Guisasola Esp. Arq. (Argentina)
docente de las cátedras de Estructuras
Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño
de la Universidad de Mendoza.
maguisola@yahoo.com.ar
www.arquitecturasismica.com

AA